

**KAJIAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG BIASA DAN
BALOK BETON BERTULANGAN KAYU DAN BAMBU
PADA *SIMPLE BEAM***

Tugas Akhir

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**JULIANTO
NIM : D 100 090 010
NIRM : 09 6 106 03010 50010**

kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2013**

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG BIASA DAN BALOK BETON BERTULANGAN KAYU DAN BAMBU PADA *SIMPLE BEAM*

Tugas Akhir

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada Tanggal 29 Juli 2013

diajukan oleh :

JULIANTO

NIM : D 100 090 010

NIRM : 09 6 106 03010 50010

Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing Utama



Basuki, S.T., M.T.
NIK : 783

Pembimbing Pendamping



Ir. Abdul Rochman, M.T.
NIK : 610

Anggota



Muhammad Ujianto, S.T., M.T.
NIK : 728

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 29 Juli 2013

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Agus Riyanto, M.T.
NIK : 483

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. Suhendro Trinugroho, M.T.
NIK : 732

PRAKATA

Assalaamu'alaikum Wr Wb.

Alhamdulillah, segala puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah S.W.T atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi persyaratan untuk menyelesaikan program studi S1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Dengan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1) Bapak Ir. Agus Riyanto, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 2) Bapak Ir. Suhendro Tri Nugroho, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3) Bapak Basuki, S.T, M.T., selaku Pembimbing Utama sekaligus sebagai Ketua Dewan Penguji, yang memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya Tugas Akhir ini.
- 4) Bapak Ir. Abdul Rochman, M.T., selaku Pembimbing Pendamping sekaligus sebagai Sekretaris Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan dan nasehatnya.
- 5) Bapak Muhammad Ujianto, S.T, M.T., selaku Anggota Dewan Penguji, yang telah memberikan arahan serta bimbingan.
- 6) Bapak Agus Susanto, S.T, M.T., selaku Pembimbing Akademik, yang telah memberi arahan..
- 7) Bapak-bapak dan ibu-ibu dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta terimakasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
- 8) Ibu dan bapak yang tercinta terimakasih atas doa dan nasehatnya, sehingga saya mampu menjalani semua ini.

- 9) Adik dan kakakku yang tercinta, yang juga selalu mendoakanku selama ini.
- 10) Dwi Kurnia Purnamasari, yang selalu menemaniku dalam suka maupun duka.
Ayah kan selalu sayang bunda;)
- 11) Teman – teman angkatan 2009, Bandy, Danang, Argo, Aris, Ari, Diar, Bambang, Pembra, Rosyan, Ito, Reza, Ari Jepara, Andreas, Adhy, Boy, keluarga Caztil (Oki, Branden, Kukuh, Ryan, Husen) dan yang lain yang tidak dapat saya sebutkan, terima kasih atas bantuan, dukungan dan semangat yang telah kalian berikan, semoga Allah membalas kebaikan kalian. Amin..
- 12) Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan dan semoga laporan ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr Wb.

Surakarta, Juni 2013

Penyusun

Motto

Jangan pernah untuk menyerah, dan jangan takut karena gagal karena kegagalan adalah bagian dari keberhasilan, karena satu kegagalan adalah 99% menuju keberhasilan

Berpikir rendah adalah orang yang membicarakan kejelekan orang lain, berpikir sempit adalah orang yang hanya membicarakan fakta dan berpikir besar adalah orang yang membicarakan gagasan.

"Ibu adalah sebuah kata yang harapan dan cinta, kata yang manis dan sayang keluar dari relung hati. Ibu adalah segalanya pelipur duka, harapan dikala sengsara dan kekuatan disaat tak berdaya. Dialah sumber cinta, belai kasih, simpati dan ampunan. Barang siapa kehilangan ibu, ia akan kehilangan suatu semangat yang senantiasa melimpahkan restu dan lingkungan."

"Sahabatmu adalah kebutuhan jiwamu yang terpenuhi. Dia lah ladang hatimu, yang dengan kasih kautaburi dan kau pungut buahnya penuh rasa terimakasih. Kau menghampirinya dikala hati gersang kelaparan, dan mencarinya dikala jiwa membutuhkan kedamaian. Janganlah ada tujuan lain dari persahabatan kecuali saling memperkaya jiwa."

PERSEMBAHAN



Setelah engkau berkorban demi diriku. Kini saatnya kupersembahkan karyaku buat dirimu.

Inilah jerih payah perjuanganku... Diriku sadar, Semua ini berkat motivasi dan doa'mu...

Serta ridho dari ALLAH SWT, tanpa ridhonya semua akan sia-sia.

Karya ini kupersembahkan untuk :

- Teruntuk : Allah S.W.T.

Yang telah meridhokan karya ini untukku dan terimakasih atas semua karunia_MU.

- Teruntuk : BUNDA

Bunda merupakan kata tersejuk yang dilantunkan oleh bibir-bibir manusia. Dan "Bunda aku" merupakan sebutan terindah. Kata yang semerbak cinta dan impian, manis dan syahdu yang memancar dari kedalaman jiwa. Bunda adalah segalanya.

Bunda adalah peneqasku dikala lara dalam sengsara, rujukanku dikala nista. Bunda adalah mata air cinta, kemuliaan, kebahagiaan dan toleransi. Siapapun yang kehilangan Bundanya, ia akan kehilangan sehelai jiwa suci yang senantiasa merestui dan memberkatinya.

Bunda adalah jiwa keabadian bagi semua wujud. Penuh cinta dan kedamaian.

- Teruntuk : Dosen-dosen Pembimbing TA,

serta Bapak-bapak dan Ibu-ibu dosen Teknik Sipil UMS.

Yang memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya Tugas Akhir ini.

- Teruntuk : Keluarga besarku "CITRO SUPARNO"

Aku telah berusaha memberikan yang terbaik untuk keluargaku.

- Teruntuk : Teman-teman Angkatan '09 yang telah membantu dalam penyelesaian karyaku ini.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR GRAFIK	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAKSI	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1. Tujuan penelitian	2
2. Manfaat penelitian	2
D. Batasan Masalah	3
E. Keaslian Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Beton.....	5
B. Balok Beton Bertulang	5
C. Kuat Beton terhadap Gaya Tekan.....	6
D. Kuat Beton terhadap Gaya Tarik	7
E. Kuat Lentur Balok	7
F. Bahan Pengganti Tulangan Baja.....	8

BAB III LANDASAN TEORI.....	9
A. Umum.....	9
B. Bahan Penyusun Beton.....	9
1. Semen <i>Portland</i>	9
2. Agregat.....	11
3. Air	14
C. Pengujian Tarik Baja, Kayu dan Bambu	14
D. Pengujian Beton.....	15
1. Kuat tekan beton	15
2. Kuat lentur balok beton.....	16
3. Momen kapasitas balok persegi	17
E. <i>Rasio Modular</i>	19
F. Lendutan	20
 BAB IV METODE PENELITIAN	 21
A. Bahan Penelitian	21
B. Peralatan Penelitian	22
C. Pelaksanaan Penelitian	31
1. Pemeriksaan bahan	33
2. Perhitungan rencana campuran	38
3. Hasil perhitungan campuran adukan beton	39
4. Jumlah kebutuhan bahan	40
5. Pembutan benda uji	40
6. Pemeriksaan berat jenis beton	44
7. Pengujian kuat tekan beton	45
8. Pengujian kuat tarik baja tulangan	46
9. Pengujian kuat tarik tulangan kayu	47
10. Pengujian kuat tarik tulangan bambu	48
11. Pembuatan rangkaian tulanga baja, kayu dan bambu	49
12. Pengujian kuat lentur balok beton bertulang.....	50

D. Analisis Data	52
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	53
A. Pemeriksaan Kualitas Bahan-bahan dan Penelitian.....	53
1. Pengujian kualitas agregat halus.....	53
2. Pengujian kualitas agregat kasar.....	55
3. Pengujian gradasi agregat	56
4. Adukan beton.....	58
5. Pengujian kuat tarik tulangan	60
6. Pengujian kuat lentur balok	62
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	67
A. Kesimpulan.....	67
B. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar III.1. Skema pengujian tarik baja, kayu dan bambu.....	15
Gambar III.2. Skema pengujian tekan beton.....	16
Gambar III.3. Skema pengujian kuat lentur balok	17
Gambar IV.1. Bahan- bahan penelitian.....	22
Gambar IV.2. Satu set ayakan standar.	23
Gambar IV.3. Timbangan.	24
Gambar IV.4. Gelas ukur.	24
Gambar IV.5. kerucut <i>conus</i>	25
Gambar IV.6. <i>Oven</i>	25
Gambar IV.7. <i>Desicator</i>	26
Gambar IV.8 <i>Volumetric flash</i>	26
Gambar IV.9. Mesin uji <i>Los Angeles</i>	27
Gambar IV.10. <i>Mollen</i>	27
Gambar IV.11. Kerucut <i>Abram's</i>	28
Gambar IV.12. Cetakan beton silinder.....	28
Gambar IV.13. Bekisting balok beton bertulang.....	29
Gambar IV.14. Kawat pengikat....	29
Gambar IV.15. Mesin uji tekan beton....	30
Gambar IV.16. U.T.M. Alat uji tarik baja tulangan.....	30
Gambar IV.17. Mesin uji lentur balok beton bertulang.....	31
Gambar IV.18. Peralatan penunjang....	31
Gambar IV.19. Bagan alur penelitian.....	32
Gambar IV.20. Pengujian kuat tekan beton....	46
Gambar IV.21. Pengujian kuat tarik baja.....	47
Gambar IV.22. Pengujian kuat tarik kayu.....	48
Gambar IV.23. Pengujian kuat tarik bambu.....	49
Gambar IV.24. Contoh pemasangan tulangan pada benda uji balok.....	50
Gambar IV.25. Pengujian kuat lentur balok.....	52
Gambar V.1. Alat <i>Thickness Gauge</i>	56

Gambar V.2. Hasil <i>Test slump</i>	59
Gambar V.3. Bahan uji silinder beton sebelum dan sesudah ditekan.....	60
Gambar V.4. Uji tarik tulangan baja.....	61
Gambar V.5. Uji tarik tulangan kayu.....	61
Gambar V.6. Uji tarik tulangan bambu.....	62
Gambar V.7. Uji kuat lentur balok beton bertulang baja.....	62
Gambar V.8. Uji kuat lentur balok beton bertulang kayu.....	63
Gambar V.9. Uji kuat lentur balok beton bertulang kayu dan bambu.....	64

DAFTAR GRAFIK

Grafik V.1. Hubungan Ukuran Ayakan dengan Persentase Kumulatif Lolos	
Saringan Agregat Halus.....	57
Grafik V.2. Hubungan Ukuran Ayakan dengan Persentase Lolos Kumulatif	
Agregat Kasar.....	58
Grafik V.3. Hubungan antara Momen Kapasitas Teori dan Hasil Uji Balok	
Beton Bertulang.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel III.1. Komposisi bahan utama semen.....	10
Tabel III.2. Gradasi agregat halus.....	12
Tabel III.3. Gradasi agregat kasar.....	13
Tabel IV.1. Hasil perhitungan campuran adukan beton untuk tiap benda uji..	40
Tabel IV.2. Kebutuhan bahan benda uji.....	40
Tabel V.1. Tabel pengujian terhadap kandungan bahan organik.....	53
Tabel V.2. Data pengujian <i>Saturated Surface Dry</i>	53
Tabel V.3. Pemeriksaan berat jenis agregat halus.....	54
Tabel V.4. Pengujian kandungan lumpur pada pasir.	54
Tabel V.5. Penelitian keausan agregat kasar.....	55
Tabel V.6. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar.....	55
Tabel V.7. Perhitungan persentase kumulatif berat pasir lolos.	56
Tabel V.8. Perhitungan persentase kumulatif berat kerikil lolos.	57
Tabel V.9. Nilai <i>Slump</i> untuk berbagai pekerjaan beton.	58
Tabel V.10. Nilai <i>Slump</i> penelitian.	59
Tabel V.11. Berat jenis silinder beton normal.	59
Tabel V.12. Perhitungan kuat tekan beton normal.....	60
Tabel V.13. Pengujian kuat tarik baja.	60
Tabel V.14. Pengujian kuat tarik kayu.	61
Tabel V.15. Pengujian kuat tarik bambu.	62
Tabel V.16. Momen kapasitas balok beton bertulangan baja dari hasil pengujian.....	62
Tabel V.17. Momen kapasitas balok beton bertulangan baja dari hasil perhitungan secara analisis.	63
Tabel V.18. Momen kapasitas balok beton bertulangan kayu dari hasil pengujian.....	63
Tabel V.19. Momen kapasitas balok beton bertulangan kayu dari hasil perhitungan secara analisis.	64

Tabel V.20. Momen kapasitas balok beton bertulangan kayu dan bambu dari hasil pengujian.	64
Tabel V.21. Momen kapasitas balok beton bertulangan kayu dan bambu dari hasil perhitungan secara analisis	65

DAFTAR NOTASI

- A = Luas permukaan benda uji yang tertekan, (mm^2).
- A_s = Luas penampang batang tulangan (mm^2).
- A'_s = Luas longitudinal tarik, (mm^2).
- $b_{k.b}$ = Lebar penampang kayu/ bambu, (mm).
- $h_{k.b}$ = Tinggi penampang kayu/ bambu, (mm).
- C_c = Gaya tekan beton, (N).
- \emptyset = Diameter tulangan baja, (mm).
- d = Tinggi efektif penampang balok (mm).
- d_s' = Jarak antara pusat berat tulangan tarik pada baris paling dalam dan tepi serat beton tekan.
- f'_c = Kuat tekan beton (MPa).
- F_{tk} = Kuat tarik kayu, (MPa).
- F_{tb} = Kuat tarik bambu, (MPa).
- f_y = Kuat leleh baja tulangan (MPa).
- h = Tinggi balok, (mm).
- b = Lebar balok, (mm).
- L = Jarak antar tumpuan, (mm).
- M_{maks} = Momen maksimum balok (kN.m).
- P_{maks} = Beban retak maksimum, (kN).
- q = Berat sendiri beton, (kN/mm).
- β_1 = Faktor pembentuk tegangan beton persegi ekuvalen (0,85).
- f_{tb} = Kuat tarik bambu, (MPa).
- f_{tk} = Kuat tarik kayu, (MPa).
- γ_c = Berat jenis beton (Ton/m^3).

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran C.1. Pemeriksaan kandungan organik.	71
Lampiran C.2. Pemeriksaan kandungan lumpur pada pasir.....	72
Lampiran C.3. Pemeriksaan berat jenis agregat halus.	73
Lampiran C.4. Pemeriksaan ssd (<i>saturated surface dry</i>) pasir.	74
Lampiran C.5. Pemeriksaan gradasi pada pasir.	75
Lampiran C.6. Pemeriksaan keausan agregat kasar.	76
Lampiran C.7. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar.	77
Lampiran C.8. Pemeriksaan gradasi agregat kasar.	78
Lampiran C.9. Campuran adukan beton & <i>test slump</i>	79
Lampiran C.11. Pengujian berat jenis silinder beton	81
Lampiran C.12. Pengujian kuat tekan beton.	82
Lampiran C.13. Pengujian kuat tarik.	83
Lampiran C.14. Pengujian kuat lentur balok beton.....	84
Lampiran C.17. Analisis perhitungan	87
Lampiran C.24. <i>Hipotesis</i> perhitungan	94
Lampiran C.77. Gambar-gambar penelitian.....	97

KAJIAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG BIASA DAN BALOK BETON BERTULANGAN KAYU DAN BAMBU PADA *SIMPLE BEAM*

ABSTRAKSI

Beton bertulang sebagai elemen balok umumnya diberi tulangan memanjang (lentur) dan tulangan sengkang (geser). Tulangan lentur untuk menahan pembebanan momen lentur yang terjadi pada balok, sedangkan tulangan geser untuk menahan pembebanan gaya geser. Pada daerah tertentu harga tulangan baja sangat mahal, padahal di daerah tersebut banyak terdapat kayu dan bambu. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal tersebut perlu dibuat jalan keluar yaitu dengan pengembangan pembuatan balok beton bertulangan kayu dan bambu. Kayu mempunyai kuat desak yang cukup tinggi, sedangkan bambu mempunyai kuat tarik yang cukup tinggi pula. Sehingga tepat bila menggunakan kayu dan bambu sebagai pengganti tulangan memanjang balok beton bertulang. Tujuan dari penelitian ini adalah: untuk membandingkan kuat lentur balok beton bertulangan baja dengan balok beton bertulangan kayu yang memiliki kekuatan yang setara, untuk mengetahui kenaikan kuat lentur balok beton bertulangan kayu, jika diperkuat dengan bambu, dan untuk mengetahui perbedaan kuat lentur balok beton bertulang secara pengujian dengan kuat lentur balok beton bertulang secara analisis. Dalam penelitian ini, kayu dan bambu yang digunakan adalah kayu Jati dan bambu Petung. Metode penelitian ini ada beberapa tahap. Tahap pertama yaitu persiapan alat dan bahan. Tahap kedua meliputi: pemeriksaan bahan, perencanaan campuran dan pembuatan adukan beton. Tahap ketiga yaitu pembuatan benda uji dan perawatan. Tahap keempat yaitu pengujian kuat tekan beton dan kuat lentur balok. Tahap kelima yaitu analisa data, pembahasan dan kesimpulan. Hasil momen kapasitas dari penelitian ini adalah: momen kapasitas balok beton bertulang baja 12,445 kN.m, momen kapasitas balok beton bertulang kayu 18,52 kN.m, sedangkan untuk momen kapasitas balok beton bertulang kayu yang diperkuat dengan bambu 20,17 kN.m. Hasil momen kapasitas secara analisis, balok beton bertulang baja 9,835 kN.m, momen kapasitas balok beton bertulang kayu 19,604 kN.m, sedangkan untuk momen kapasitas balok beton bertulang kayu yang diperkuat dengan bambu 20,922 kN.m.

Kata kunci : balok beton bertulang, bambu, kayu, momen kapasitas balok